

FICHE 48 : Détermination d'un composant de stockage de l'énergie

Tous les systèmes nécessitent de l'énergie pour agir sur la matière d'œuvre et, dans une moindre mesure, pour alimenter la chaîne d'information. Alimenter un système par un réseau d'énergie distribuée (comme le réseau électrique EDF) est facile, mais rendre cette source d'énergie indépendante ou embarquée est plus complexe

I. Comment stocker l'énergie et la restituer au moment opportun ?

Pour choisir un composant de stockage d'énergie il faut connaître l'**énergie massique** qui est la quantité d'énergie stockée par unité de masse ($\text{W}\cdot\text{h}\cdot\text{kg}^{-1}$). Ces fourchettes de valeurs sont très larges car elles dépendent de la technologie de fabrication et sont en constante évolution et amélioration.

Dans le choix d'un constituant de stockage de l'énergie, les paramètres de choix sont l'**encombrement**, la **masse** et l'**énergie stockée**. Nous parlons alors de densité énergétique du constituant, densité massique ($\text{W}\cdot\text{h}\cdot\text{kg}^{-1}$) ou densité volumique ($\text{W}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-3}$). Le tableau ci-dessous propose une comparaison de différents réservoirs d'énergie et de leurs densités énergétiques.

Forme d'énergie	Support de stockage	Énergie massique ($\text{W}\cdot\text{h}\cdot\text{kg}^{-1}$)	Observation
Mécanique	Élastique tendu	50	Utilisation directe de l'énergie mécanique, besoin sous forme électrique d'un convertisseur électromécanique.
	Ressort	0,2	
	Volant d'inertie	1	
Pneumatique	Cartouche de gaz CO_2	500	Conversion sous forme mécanique par un moteur pneumatique très simple.
	Air comprimé	10	
Chimique renouvelable	Hydrogène	500	Performant dû à sa forme de stockage comme hydrure métallique.
Fossile	Essence	10 000	Moteurs complexes et coûteux, avec un rendement médiocre de 30 à 60 %.
Chimique irréversible	Pile saline	100 à 120	Non rechargeable et peu écologique au recyclage.
	Pile alcaline	150 à 180	
Chimique réversible	Batterie au plomb	20 à 45	Stable, charge rapide possible, densité énergétique élevée.
	Accumulateur Ni-Cd	40 à 50	
	Accumulateur Ni-Mh	50 à 70	
	Accumulateur Li-Ions	100-150	
	Accumulateur Li-Po		Faible capacité de charge. La tension décroît rapidement, mais cycle de charge/décharge très fréquent. Forte puissance massique.
	Condensateur électrolytique (dépend de la capacité)		
	Condensateur double couche	0,3	
	Supercondensateur	5	



II. Les différents types d'accumulateurs

(comparaison masse, encombrement, autonomie)

Exemple 1 : pour un véhicule électrique de caractéristiques 72 V / 20 A·h / 1 440 W·h, on compare la masse, l'encombrement et le taux de charge/décharge.

Type	Taille et volume (cm ³)	Masse (kg)	Taux de charge maximal	Taux de décharge maximal
Li-Po / 20 A·h	(0,8 × 20,3 × 10) 3 000	7,5	20 A	60 A
Li-Po / 20 A·h	(1 × 22 × 10) 3 960	9	50 A	360 A
Li-Fe / 20 A·h	(0,8 × 22,8 × 16) 6 600	11	20 A	60 A
Supercondensateur 58F / 75 V / 45 W·h	(Ø4 × 7,6) 3 650	3,7	20 A	20-200 A
Supercondensateur 1 600 F / 75 V / 1 250 W·h	(Ø6 × 8,5) 9 100	10,5	60 A	60-1 240 A
Supercondensateur 50 F / 75 V / 39 W·h	(Ø1,8 × 4) 400	0,6	14 A	14-70 A

Les supercondensateurs peuvent supporter de très grands courants de décharge et de charge, mais leur énergie massique reste faible et leur prix encore important par rapport aux accumulateurs. Cependant, ils acceptent un grand nombre de cycles de charges et de décharges, jusqu'à 1 000 fois plus qu'un accumulateur Li-Po et ils offrent une forte puissance massique.

Exemple 2 : comparaison avantages/inconvénients pour l'équipement d'un vélo électrique ou d'un téléphone portable.

Type	Avantages	Inconvénients
Batterie au plomb	Robuste. Prix abordable. Durée de vie de l'ordre de 300 à 400 cycles.	Capacité plus faible que les accumulateurs Ni-Cd. Pas de charges rapides. À conserver toujours chargée.
Accumulateur Ni-Cd	Charge rapide. Prix raisonnable. Durée de vie importante de 500 cycles.	Technologie ancienne. À conserver toujours déchargé.
Accumulateur Ni-Mh	Capacité plus élevée que le Ni-Cd. Durée de vie importante de 400 à 500 cycles.	Technologie ancienne. À conserver toujours chargé.
Accumulateur Li-Ions	Capacité de charge plus élevée que les accumulateurs Ni. Durée de vie très importante (1 500 cycles pour les meilleurs). Seulement 15 % de décharge par an (sans utilisation).	Circuit de protection pour protéger la charge. À conserver entre 45 % et 60 % de la charge. Prix élevé mais souvent gage de qualité.
Accumulateur Li-Po	Plus sûr à la surcharge. Faible poids. Forme de la batterie plus libre.	Plus coûteux et protocole de charge complexe.